

AL

T 011781076/3,AB

011781076/3,AB

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2002 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

011781076

WPI Acc No: 1998-197986/199818

XRPX Acc No: N98-157040

Sequence programming apparatus for verifying sequence program - has emulator which displays copied operation of sequencer for sequence control used in performing produced sequence program corresponding to sequence-control model produced by using registered network components

Patent Assignee: KOBE STEEL LTD (KOBM)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 10049206	A	19980220	JP 96201869	A	19960731	199818 B

Priority Applications (No Type Date): JP 96201869 A 19960731

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 10049206	A	21	G05B-019/05	

Abstract (Basic): JP 10049206 A

The apparatus (51) has a model production unit which produces a sequence-control model from sequence control by Petri net using network components registered in a network component memory. A sequence program corresponding to the produced sequence-control model is also produced and shown in a table.

The produced sequence program is stored in a sequence programming-display memory (1). The stored sequence program is performed by copying the operation of a sequencer which performs sequence control. An emulator (2) displays the emulation result.

ADVANTAGE - Verifies sequence program not by trial but by copying operation of system sequencer. Enables easy and reliable searching of location in which abnormal operation caused by emulation result is discovered.

Dwg.1/25

?

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-49206

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月20日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 B 19/05			G 0 5 B 19/05	A
19/048		0360-3H	23/02	G
23/02		0360-3H		3 0 1 K
	3 0 1		19/05	B
				D
審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 21 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-201869

(22) 出願日 平成8年(1996) 7月31日

(71) 出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号

(72) 発明者 坪本 利紀

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号

株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(72) 発明者 田村 直樹

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号

株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

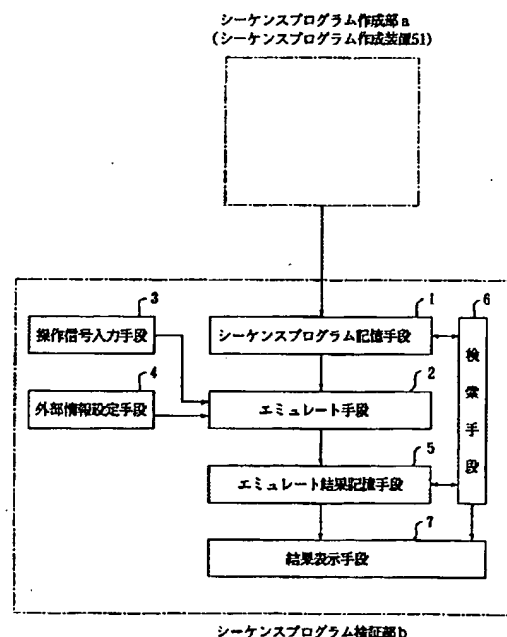
(74) 代理人 弁理士 本庄 武男

(54) 【発明の名称】 シーケンスプログラム作成装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 作成したシーケンスプログラムの検証を、実機のシーケンサによる試運転ではなくエミュレートによって行うことができ、その結果から発見された異常動作の原因となるブレースを容易に且つ確実に検索することができるシーケンスプログラム作成装置を提供する。

【解決手段】 ペトリネットによって、シーケンス制御対象機器のシーケンス制御モデルが作成され、また、各ブレースの状態成立条件及び設定情報は、ペトリネット上の各ブレースに関連付けて入力され、上記シーケンス制御モデルに対応するプログラムが作成される。続いて、シーケンサの動作をエミュレートすることによって上記シーケンスプログラムを実行し、そのエミュレート結果が表示され、当シーケンスプログラムより抽出した原因デバイス-結果デバイス関係情報を用いて、上記エミュレート結果に基づいて発見された異常動作デバイスと関連するブレースが連鎖的に検索され、表示される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 状態を記述し、それをアイコンにより画面上で表示するブレース等のネット要素を、その機能に対応して複数種類予め登録しておくネット要素記憶手段と、上記ネット要素記憶手段に登録されたネット要素を用いたベトリネットによってシーケンス制御対象機器のシーケンス制御モデルを作成するモデル作成手段と、上記モデル作成手段により作成されたシーケンス制御モデルに対応するシーケンスプログラムを作成し、表示し、記憶するシーケンスプログラム作成・表示・記憶手段と、シーケンス制御を行うシーケンサの動作をエミュレートすることによって上記シーケンスプログラム作成・表示・記憶手段に記憶されたシーケンスプログラムを実行し、そのエミュレート結果を表示するエミュレート手段とを具備してなることを特徴とするシーケンスプログラム作成装置。

【請求項2】 シーケンス制御対象機器に対する外部機器の入出力関係を設定する外部情報設定手段を具備し、上記エミュレート手段が、操作信号を入力する操作信号入力手段を具備し、該操作信号入力手段からの入力に応じてシーケンスプログラムを実行する請求項1記載のシーケンスプログラム作成装置。

【請求項3】 上記エミュレート手段によるエミュレート結果の表示が、各デバイスの動作の時刻暦をタイムチャートで表現し、任意の時刻における各デバイスの動作を上記ベトリネット上で表現するものである請求項1又は2記載のシーケンスプログラム作成装置。

【請求項4】 上記タイムチャート上の時刻に対応して、その時刻における各デバイスの動作を上記ベトリネット上に関連付けて表示してなる請求項3記載のシーケンスプログラム作成装置。

【請求項5】 時刻のシフトに対応して、上記タイムチャート上の表示と上記ベトリネット上の表示とが一体的にシフトされる請求項4記載のシーケンスプログラム作成装置。

【請求項6】 上記ネット要素記憶手段に登録されたブレースが、上記シーケンス制御の対象機器の制御状態を表す状態ブレース、上記シーケンス制御を行うシーケンサのタイマー機能を表す時間ブレース、上記シーケンス制御を行うシーケンサのカウント機能を表すカウンタブレース、上記シーケンサからの出力を表す出力ブレース、上記シーケンサの各種演算機能を表す演算ブレース、上記シーケンサへの入力を表す入力ブレース、他のブレースのオン・オフ情報を参照する参照ブレース、ベトリネットを階層的に記述する階層ブレースの全部又は一部を含んでなる請求項1～5のいずれかに記載のシーケンスプログラム作成装置。

【請求項7】 上記ネット要素記憶手段に登録されたネット要素が、上記シーケンサのa接点接続を表すa接点接続用アーク、上記シーケンサのb接点接続を表すb接

点接続用アーク、上記シーケンサの自己保持回路を表す自己保持解除用アークの全部又は一部を含んでなる請求項1～6のいずれかに記載のシーケンスプログラム作成装置。

【請求項8】 上記シーケンスプログラム作成・表示・記憶手段が、上記シーケンス制御モデルから上記シーケンスプログラムに変換するブレースを順次検出するブレース検出手段と、上記検出されたブレースに対応する条件をトランジションを介してアークで結合された上流側のブレースにまで適用範囲を拡張することによって上記拡張条件を自動生成する拡張条件生成手段と、上記生成された拡張条件をリスト形式のプログラムに変換するプログラム変換手段と、上記変換されたリスト形式のプログラムに上記検出されたブレースの種類に応じて出力命令を付加することによりリスト形式のシーケンスプログラムを作成するリスト形式シーケンスプログラム作成手段と、上記作成されたリスト形式のシーケンスプログラムをラダー形式のプログラムに変換することによりラダー形式のシーケンスプログラムを作成するラダー形式シーケンスプログラム作成手段と、上記作成されたリスト形式及び/又はラダー形式のシーケンスプログラムを表示する表示手段とを具備してなる請求項1～7のいずれかに記載のシーケンスプログラム作成装置。

【請求項9】 上記ブレース検出手段が、上記シーケンス制御モデルからシーケンサのデバイス番号を割り付けるべきブレースを順次抽出するデバイス番号割り付けブレース抽出手段と、上記抽出されたブレースに上記シーケンサのデバイス番号を所定のルールにより自動的に割り付けるデバイス番号自動割り付け手段とを具備し、上記シーケンス制御モデルから上記シーケンスプログラムに変換するブレースを上記自動的に割り付けられたデバイス番号又は別途指示されたデバイス番号に従い順次検出してなる請求項8記載のシーケンスプログラム作成装置。

【請求項10】 上記ネット要素記憶手段に登録されたブレースが、上記シーケンス制御モデル中の上流側ブレースと下流側ブレースとの間のみ介在しえて上記シーケンスプログラムには変換されることのないダミー機能を表すダミーブレースを含んでなる請求項1～9のいずれかに記載のシーケンスプログラム作成装置。

【請求項11】 状態を記述し、それをアイコンにより画面上で表示するブレース等のネット要素を、その機能に対応して複数種類予め登録しておくネット要素記憶手段と、各ブレースの状態成立条件及び設定情報を各ブレースに関連付けて入力する条件・設定情報入力手段と、上記ネット要素記憶手段に登録されたネット要素を用いたベトリネット、及び上記条件・設定情報入力手段を用いてシーケンス制御対象機器のシーケンス制御モデルを作成するモデル作成手段と、上記モデル作成手段により作成されたシーケンス制御モデルに対応するシーケンス

プログラムを作成し、表示し、記憶するシーケンスプログラム作成・表示・記憶手段と、シーケンス制御を行うシーケンサの動作をエミュレートすることによって上記シーケンスプログラム作成・表示・記憶手段に記憶されたシーケンスプログラムを実行し、そのエミュレート結果を表示するエミュレート手段と、上記シーケンスプログラム作成・表示・記憶手段に記憶されたシーケンスプログラムより抽出した原因デバイス結果デバイス関係情報を用いて、上記エミュレート手段によるエミュレート結果に基づいて発見された異常動作デバイスと関連するブレースを連鎖的に検索し、表示する検索手段とを具備してなることを特徴とするシーケンスプログラム作成装置。

【請求項12】 シーケンス制御対象機器に対する外部機器の入出力関係を設定する外部情報設定手段を具備し、上記エミュレート手段が、操作信号を入力する操作信号入力手段を具備し、該操作信号入力手段からの入力に応じてシーケンスプログラムを実行する請求項11記載のシーケンスプログラム作成装置。

【請求項13】 上記エミュレート手段によるエミュレート結果の表示が、各デバイスの動作の時刻暦をタイムチャートで表現し、任意の時刻における各デバイスの動作を上記ペトリネット上で表現するものである請求項11又は12記載のシーケンスプログラム作成装置。

【請求項14】 上記タイムチャート上の時刻に対応して、その時刻における各デバイスの動作を上記ペトリネット上に関連付けて表示してなる請求項13記載のシーケンスプログラム作成装置。

【請求項15】 時刻のシフトに対応して、上記タイムチャート上の表示と上記ペトリネット上の表示とが一体的にシフトされる請求項14記載のシーケンスプログラム作成装置。

【請求項16】 上記ネット要素記憶手段に登録されたブレースが、上記シーケンス制御の対象機器の制御状態を表す状態ブレース、上記シーケンス制御を行うシーケンサのタイマー機能を表す時間ブレース、上記シーケンス制御を行うシーケンサのカウント機能を表すカウントブレース、上記シーケンサからの出力を表す出力ブレース、上記シーケンサの各種演算機能を表す演算ブレース、上記シーケンサへの入力を表す入力ブレース、他のブレースのオン・オフ情報を参照する参照ブレース、ペトリネットを階層的に記述する階層ブレースの全部又は一部を含んでなる請求項11～15のいずれかに記載のシーケンスプログラム作成装置。

【請求項17】 上記ネット要素記憶手段に登録されたネット要素が、上記シーケンサのa接点接続を表すa接点接続用アーク、上記シーケンサのb接点接続を表すb接点接続用アーク、上記シーケンサの自己保持回路を表す自己保持解除用アークの全部又は一部を含んでなる請求項11～16のいずれかに記載のシーケンスプログラ

ム作成装置。

【請求項18】 上記条件・設定情報入力手段において、画面上で選択されるブレースに応じて開かれるダイアログボックスの中に論理式で表された各ブレースの状態成立条件、及び設定情報を入力してなる請求項11～17のいずれかに記載のシーケンスプログラム作成装置。

【請求項19】 上記設定情報が、ラベル、コメント、デバイス番号、演算指令、当該ブレースへの入出力リスト、タイマーの設定値及びカウンタの設定値の全部又は一部を含む請求項11～18のいずれかに記載のシーケンスプログラム作成装置。

【請求項20】 上記シーケンスプログラム作成・表示・記憶手段が、上記シーケンス制御モデルから上記シーケンスプログラムに変換するブレースを順次検出するブレース検出手段と、上記検出されたブレースに対応する条件をトランジションを介してアークで結合された上流側のブレースにまで適用範囲を拡張することによって上記拡張条件を自動生成する拡張条件生成手段と、上記生成された拡張条件をリスト形式のプログラムに変換するプログラム変換手段と、上記変換されたリスト形式のプログラムに上記検出されたブレースの種類に応じて出力命令を付加することによりリスト形式のシーケンスプログラムを作成するリスト形式シーケンスプログラム作成手段と、上記作成されたリスト形式のシーケンスプログラムをラダー形式のプログラムに変換することによりラダー形式のシーケンスプログラムを作成するラダー形式シーケンスプログラム作成手段と、上記作成されたリスト形式及び／又はラダー形式のシーケンスプログラムを表示する表示手段とを具備してなる請求項11～19のいずれかに記載のシーケンスプログラム作成装置。

【請求項21】 上記ブレース検出手段が、上記シーケンス制御モデルからシーケンサのデバイス番号を割り付けるべきブレースを順次抽出するデバイス番号割り付けブレース抽出手段と、上記抽出されたブレースに上記シーケンサのデバイス番号を所定のルールにより自動的に割り付けるデバイス番号自動割り付け手段とを具備し、上記シーケンス制御モデルから上記シーケンスプログラムに変換するブレースを上記自動的に割り付けられたデバイス番号又は別途指示されたデバイス番号に従い順次検出してなる請求項20記載のシーケンスプログラム作成装置。

【請求項22】 上記ネット要素記憶手段に登録されたブレースが、上記シーケンス制御モデル中の上流側ブレースと下流側ブレースとの間のみ介在して上記シーケンスプログラムには変換されることのないダミー機能を表すダミーブレースを含んでなる請求項11～21のいずれかに記載のシーケンスプログラム作成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、シーケンスプログラム作成装置に係り、詳しくは画面上でベトリネットを用いてシーケンス制御モデルを作成し、上記シーケンス制御モデルをシーケンスプログラムに変換し、エミュレータを用いて上記シーケンスプログラムの検証を行うシーケンスプログラム作成装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、シーケンス制御を行うシーケンサのプログラム開発には、ラダー図が多く用いられている。これは、個々の機器の動作条件などをON、OFFの情報の組み合わせによって記述していくものであり、現在でも一般的に利用されている。しかし、このラダー図は、個々の条件を羅列していくだけで、全体の制御の流れが見えにくく、プログラムはそれを作成した本人にしか理解しにくい。このため、メンテナンス性が悪いなどの問題点が指摘されている。このような背景のもと、最近ではベトリネットをシーケンスプログラムの作成に利用しようとする試みが行われている。例えば、発明者らは、ベトリネットの持つ制御の流れを見やすくするという長所を生かし、制御の流れや各機器の状態を視覚的に表現しつつも、従来のラダーによるプログラミングの特徴を十分取り入れた形のシーケンスプログラム作成装置を既に出願している（特願平7-117215号）。以下、上記特願平7-117215号に提案されているシーケンスプログラム作成装置について、その実施例を中心に詳しく説明する。図11に示すごとく、上記特願平7-117215号に提案されているシーケンスプログラム作成装置51は、上記シーケンス制御に必要な機能を実現するための複数種類のブレース及び複数種類のアーク等のネット要素により構成されるベトリネットを用いて入力されたシーケンス制御モデルを記憶するモデル記憶手段52と、上記ベトリネットを構成する各ブレースの状態が成立するようにブレース毎に論理式の形で入力された条件、及びブレース毎に必要な設定情報を記憶する条件記憶手段53と、上記それぞれ記憶されたシーケンス制御モデルと条件及び設定情報とに基づいて自動生成される拡張条件を所定の形式のシーケンスプログラムに変換して表示するシーケンスプログラム表示手段54とを具備する。上記モデル記憶手段52は、上記シーケンス制御の対象機器の制御状態を表す状態ブレース、上記シーケンス制御を行うシーケンサのタイマー機能を表す時間ブレース、上記シーケンス制御を行うシーケンサのカウント機能を表すカウンタブレース、上記シーケンサからの出力を表す出力ブレース、上記シーケンサの各種演算機能を表す演算ブレース、上記シーケンサへの入力を入力ブレース、他のブレースのオン・オフ情報を参照する参照ブレース、シーケンス制御モデル中の上流側ブレースと下流側ブレースとの間にのみ介在しえてシーケンスプログラムには変換されないダミー機能を表すダミーブレース、ベトリネットを

階層的に記述する階層ブレースの全部又は一部、あるいは上記シーケンサのa接点接続を表すa接点接続用アーク、上記シーケンサのb接点接続を表すb接点接続用アーク、上記シーケンサの自己保持回路を表す自己保持解除用アークの全部又は一部を含むベトリネットを用いて入力されたシーケンス制御モデルを記憶する。さらに、上記条件記憶手段53は画面上で選択されるブレースに応じて開かれる条件記述ダイアログボックスの中に論理式の形で入力された条件及びブレースごとに必要な設定情報を記憶する。上記ブレースごとに必要な設定情報は、ラベル、コメント、デバイス番号、演算命令、当該ブレースへの入出力リスト、タイマーの設定値及びカウンタの設定値の全部又は一部を含む。

【0003】更に、上記シーケンスプログラム表示手段54は、上記シーケンス制御モデルからシーケンサのデバイス番号を割り付けるべきブレースを順次抽出するデバイス番号割り付けブレース抽出手段55と、上記抽出されたブレースに上記シーケンサのデバイス番号を所定のルールにより自動的に割り付けるデバイス番号自動割り付け手段56と、上記シーケンス制御モデルから上記シーケンスプログラムに変換するブレースを上記自動的に割り付けられたデバイス番号又は別途指示されたデバイス番号に従い順次検出するブレース検出手段57と、上記検出されたブレースに対応する条件をトランジションを介して結合された上流側のブレースにまで適用範囲を拡張することによって、上記拡張条件を自動生成する拡張条件生成手段58と、上記生成された拡張条件をリスト形式のプログラムに変換するプログラム変換手段59と、上記変換されたリスト形式のプログラムに上記検出されたブレースの種類に応じて出力命令を付加することによりリスト形式のシーケンスプログラムを作成するリスト形式シーケンスプログラム作成手段60と、上記作成されたリスト形式のシーケンスプログラムをラダー形式のプログラムに変換することによりラダー形式のシーケンスプログラムを作成するラダー形式シーケンスプログラム作成手段61と、上記作成されたリスト形式及び／又はラダー形式のシーケンスプログラムを表示する表示手段62とを具備している。この装置51の処理手法は、次の通りである。

【0004】図12は、モデル記憶手段52と条件記憶手段53にそれぞれ記憶される入力データの画面例を示す。この装置51のシステムは、パーソナルコンピュータのWindows上に構築されており、63がベトリネット入力エディタを、64が条件を記述するための前記条件記述ダイアログボックスをそれぞれ示している。尚、このシステムでは各ブレースをダブルクリックすることにより、そのブレースに対応した条件記述ダイアログボックスが開くようになっており、ベトリネット図の記述と条件の記述とを並行して行うことができる。ベトリネット入力エディタ63では、アイコン65より必要なブレース

ースの種類を選択して、マウス（不図示）によりドラッグしてくるによって入力できるようになっている。各ブレースにはデバイス番号と呼ばれる番号（M0、T0等）が割り付けられているが、これは、シーケンサにおける入出力接点番号や、内部リレーに割り付けられている番号と対応している。このようにラダー図の一行を1つのブレースに対応させることにより図12に示すベトリネットを記述していくことによって、これまでラダー図による開発に慣れ親しんだ人でもラダー図と同じような感覚や手順で違和感なくプログラムを作成できる。上記アイコン65は、図12中の左から、入力ブレース、出力ブレース、状態ブレース、時間ブレース、カウンタブレース、演算ブレース、参照ブレース、階層ブレース、トランジションをそれぞれ表している。この内、参照ブレースは、任意の実体となるブレースのオン・オフ情報を参照するもので、図12の画面中の楔形で示された「治具1出限界」等がその例である。即ち、あるラベルの実体となるブレースは画面中一つしかなく、そのブレースの情報を他のブレース等に使いたい場合は、通常そのブレースと他のブレース等とをアークで接続する。しかし、アークが多くなれば、アーク同士が交錯等して画面が見づらくなる。そこで、参照ブレースでそのブレースの代用をさせて、画面上からアークを省略することにより画面を見やすくすることができる（図13参照）。

【0005】また、階層ブレースは、ベトリネットを階層的に記述する。即ち、画面中のブレース等が多く全体構成が見づらい場合や、一定の部分構成がくり返されている場合には、その部分構成を纏めて例えば「階層1」と表わすことにより、全体構成を見やすく、また入力の手間を省略することができる。「階層1」の内容はメインウインドウ中の当該ブレースをクリックすることにより、サブウインドウ上に表示できる（図14参照）。また、図12のアイコン65中には図示されていないが、シーケンス制御モデル中の上流側ブレースと下流側ブレースとの間のみ介在しえてシーケンスプログラムには変換されることのないダミー機能を表すダミーブレースを用いることによって、条件間の関連をベトリネット上でより簡単に表現することができる（詳細は後述する）。また、アークはメニュー（不図示）より、a接点接続用アーク、b接点接続用アーク、自己保持解除用アークをユーザが選択して使い分けることができ、それぞれのアークは、図15に示すような機能を有する。即ち、図15（1）に示すa接点接続用アークでは、ブレースaがオン状態となるとブレースbがオン状態となる。図15（2）に示すb接点接続用アークでは、ブレースaがオフ状態となるとブレースbがオン状態となる。図15（3）に示す自己保持解除用アークでは、ブレースaがオン状態（ブレースb、cはオフ状態）となるとブレースdがオン状態となり、自己保持状態とな

る。その後ブレースb又はcがオン状態となると自己保持状態は解除される。各ブレースにはコメント情報を表すラベルを設定することができ、そのブレースの持つ意味が表現される。また、シーケンスプログラムへの変換時には、各ブレースに対してデバイス番号（M0、T0等）が自動的に割り付けられる。これは、シーケンサにおける入出力接点番号や、内部リレーに割り当てられている番号と対応している。なお、このデバイス番号は自動的に割り付ける代わりに必要に応じてユーザが指定することもできる。このように、シーケンスプログラム作成装置51は、シーケンス制御に必要な機能を表現するための複数種類のブレース及び複数種類のアークを含むネット要素を用いて図示されるベトリネットを用いていることにより、ブレースが成立するための条件（ラダーの接点情報）まで含めて、全てをベトリネットで記述することも可能である。従って、条件間の関連がベトリネット上で視覚的に表現でき、また、プログラムの作成も一層容易になる。

【0006】一方、上述のようにブレースが成立するための条件（ラダーの接点情報）まで含めて全てベトリネットに記述すると、プログラムの規模が大きい場合、或いは複雑な構成のプログラムの場合にはベトリネットが煩雑になってしまう。また、条件の中には、例えば起動条件のように、ベトリネット上への記述が非常に複雑であり、条件記述ダイアログボックスを用いて入力するほうが適しているものもある。そこで、必要に応じて上記条件記述ダイアログボックスによる条件設定を併用することが可能である。次に上記条件記述ダイアログボックスの概略図を図16に示す。このダイアログボックスは、ブレースの種類に応じて形が違っており、それぞれのブレースに必要な情報が入力できる。なお、条件記述ダイアログボックスの中身は図16の例に限られるものではなく、必要に応じて種々の情報を入力できるように改良される。

【0007】次に、シーケンスプログラム表示手段54におけるシーケンスプログラムの自動生成について、その処理の流れを図17を参照しつつ、ステップS51、S52、…順に説明する。まず、デバイス番号割り付けブレース抽出手段55は、ベトリネットのネット構造をもとに、デバイス番号を割り付けるブレースを自動的に選択していく（S51）。この際、入力、出力ブレースは原則的にユーザが番号を指定する必要があるため省かれ、また、演算、参照、階層ブレースはその性質上デバイス番号を割り付ける必要はない。そうして選択されたブレースに対してデバイス番号自動割り付け手段56によりデバイス番号が所定のルールに従い（例えば選択された順番に）自動的に割り付けられていく（S52、S53）。これにより、デバイス番号をユーザが手動で割り付ける手間を軽減することができる。尚、上記所定のルールはユーザが任意に設定可能である。次にベトリネ

ットのネット構造をもとに変換していくブレースの順番が決定され (S 5 4)。この順番はブレース検出手段 5 7 によりブレースをアークに沿って探索していくことにより決定されるが、出力ブレースはラダーの慣例に従って最後にまとめて変換される。そして、最初のブレースに関して、そのブレースの条件記述ダイアログボックスに記述された条件を取得する (S 5 5)。この条件記述ダイアログボックスは図 1 6 で示したようにブレースの種類によって内容が異なっており、それぞれ拡張条件生成手段 5 8 により以下の規則で変換のもとになる条件式を自動的に作成する (S 5 6 ~ S 5 9)。

(規則 2-1)

状態、出力、時間、カウンタ、演算ブレースの場合：条件式=条件欄の条件式 (その他のブレースは条件を持たない。)

【0008】次に、このブレースへの入力トランジションがあるかないかを調べる。入力トランジションが無い場合には上記規則 2-1 で得られた条件式がそのまま変換の対象となる。しかし、入力トランジションが有る場合にはその全てのトランジションに対してそのトランジションへの全ての入力ブレースを調べ、その得られたブレースのデバイス番号を取得する。そして、以下のような規則で、上記規則 2-1 で得られた条件式と結合する。

(規則 2-2)

図 1 8 (a) に示すように変換対象ブレースへの入力トランジションが 1 つだけ存在する場合：条件式 = b 1 のデバイス番号 * b 2 のデバイス番号 * ... * b n のデバイス番号 * a の条件式

図 1 8 (b) に示すように変換対象ブレースへの入力トランジションが複数存在する場合：条件式 = (b 1 のデバイス番号 + b 2 のデバイス番号 + ... + b n のデバイス番号) * a の条件式

ここで、状態ブレースと出力ブレースには、自己保持状態を設定することが可能である。自己保持は、図 1 5 (3) に示したように自己保持解除アークを用いて表され、以下の規則で変換される。

(規則 2-3)

自己保持の場合：条件式 = (d の条件 + d のデバイス番号) * d の自己保持解除条件

このようにして得られた条件式が変換の対象となり、この条件式を解説し、変換するプログラム変換手段 5 9 を用いてリスト形式のプログラムを自動生成する (S 6 0)。

【0009】次にこのようにして生成されたリストプログラムにリスト形式シーケンスプログラム作成手段 6 0 によって出力命令を追加する処理を行う (S 6 1)。出力命令の追加は次のような規則で行われる。

(規則 3) 以下の出力命令を上記で得られたリストプログラムに追加する。

状態ブレース、出力ブレースの場合：OUT デバイス番号

時間ブレースの場合：OUT デバイス番号 タイム値

カウンタブレースの場合：OUT デバイス番号 カウント値

演算ブレースの場合：演算の欄の条件をそのまま追加以上の手順で 1 つのブレースに対するシーケンスプログラムへの変換処理が終了する。その後、全てのブレースについて同様な変換を繰り返していくことによりリスト形式のシーケンスプログラムを得ることができる (S 6 2)。尚、生成されたシーケンスプログラムをリスト形式ではなく、ラダー形式で見たい場合には、得られたリスト形式のプログラムをラダー形式のプログラムに変換するラダー形式シーケンスプログラム作成手段 6 1 を用いて容易に変換することができる (S 6 3, S 6 4)。このようにして得られたリスト形式及び/又はラダー形式のシーケンスプログラムを表示手段 6 2 により表示する (S 6 5)。以上、シーケンスプログラム表示手段 5 4 におけるシーケンスプログラムの自動生成について、その処理の流れを説明した。

【0010】次に、上記ダミーブレースについて説明する。例えば図 1 9 において、X 1, X 2, X 3 をいずれもブレースとすると、ダミーブレースを用いずに各ブレースの条件間の全体の関連である「(X 1 または X 2) かつ X 3」を表現し、リストプログラムに変換すると図 1 9 (1) に示すとおりとなる。即ち、2 つの部分的な関連 (a), (b) で表現される。この場合、(a), (b) の合計である補助リレーの数は 2 個 (M 1, M 2), リストプログラムのステップ数は 6 ステップとなる。次に、上記「(X 1 または X 2) かつ X 3」をダミーブレースを用いてベトリネット表現し、リストプログラムに変換すると図 1 9 (2) に示すとおりとなる。即ち、1 つの全体の関連で表現される。この場合、補助リレーは 1 個 (M 1), リストプログラムのステップ数は 4 ステップとなり、上記ダミーブレースを用いない場合に比べて補助リレーは 1 個、ステップ数は 2 ステップだけ減少する。これは、画面上のシーケンス制御モデル中にダミーブレースを介在させたためである。このダミーブレースは、リストプログラム上は全く無用のものであるが、画面上でのみ条件間の関連を視覚的に把握しやすくするといういわば実体のないブレースである。次に図 2 0 に示すようなダミーブレースを含むベトリネットで表現したシーケンス制御モデルの変換処理について詳述する。この場合、上記ステップ 6 0 中の (規則 2-3) に以下の規則が追加される。その他の処理は上記各ステップと同様であるので、それらの説明はここでは割愛する。

(規則 2-4)

ダミーブレースの場合：条件式は持たない。つまり変換操作は行わない。

(規則 2-5)

あるブレース (変換対象 a) への入力トランジションの入力ブレースの中にダミーブレース (D) がある場合: ダミーブレース (D) への全ての入力トランジションに対してそのトランジションへの全ての入力ブレースを調べ、そのすべての入力ブレースが変換対象のブレース a への入力トランジションに直接つながっているとして前記 (規則 2-1), (規則 2-2), (規則 2-3) にのっとり条件式を作り出し変換を行う。以上のように、ダミーブレースを用いることによって、ペトリネットによる仕様記述能力がさらに向上し、条件間の関連がペトリネット上で簡単に表現され、シーケンスプログラムの作成がより一層容易となる。また、ペトリネットからラダー図及びリストプログラムに変換する際に、補助リレーの数、ステップの数を大幅に減ずることができる。

【0011】以上説明したシーケンスプログラム作成装置 51 を用いた具体例を以下に簡単に示す。この具体例は、図 21 に示すような 1 つの治具 1 シリンダ内のピストンを動かすものであり、まず出押しボタン X1 を押すと、出側のソレノイド Y1 に出力信号が出てピストンが出側方向に動きだし、出側のリミットスイッチ X3 が入るとピストンが止まる。その際、タイマでタイムアウトを監視しており、5 秒たってもリミットスイッチ X3 が入らないときにはタイムアウトとなって、タイムアウトを表示する赤ランプ Y3 が点灯し、併わせてカウント値の更新と、データセット処理とが行われるものとする。また、時間内にリミットスイッチ X3 が入って正常に終了した場合には、緑のランプ Y4 が点灯するものとする。同様に、戻押しボタン X2 を押すと、戻側のソレノイド Y2 に出力信号が出てピストンが戻り側方向に動き出し、戻り側のリミットスイッチ X4 が入るとピストンが止まる。この際も、タイマでタイムアウトを監視しており、5 秒たってもリミットスイッチ X4 が入らないときは、タイムアウトとなって、タイムアウトを表示する赤ランプ Y3 が点灯し、併わせてカウント値の更新とデータセット処理とが行われるものとする。また、時間内にリミットスイッチ X4 が入って、正常に終了した場合には、緑のランプ Y5 が点灯するものとする。以上の動作を装置 51 のペトリネットと条件式とで表した例を図 22 に、条件を含めて全てをペトリネットのみで表した例を図 23 に示す。条件式は本来は条件記述ダイアログボックス 64 内に個別に記述されているが、この図 22 の例では必要なもののみまとめて書いている。また、これらの出力をリスト形式のプログラムに変換した場合を図 24 に、ラダー形式のプログラムに変換した場合を図 25 にそれぞれ示した。以上説明したように、特願平 7-117215 号に提案されているシーケンスプログラム作成装置は、ペトリネットを複数種類のブレースの追加により拡張することによってペトリネットの持つ制御の流れを見やすくするという長所をいかし、制御の流れ

や各機器の状態を視覚的に表現しつつも、従来のラダーによるプログラミングの特徴を十分取り入れた形のシーケンスプログラムを作成し表示することができる。また、上記拡張されたペトリネットを複数種類のブレース及び複数種類のアークの追加によりさらに拡張することによってペトリネットによる仕様記述能力が向上し、条件間の関連がペトリネット上で簡単に表現され、シーケンスプログラムの作成が一層容易となる。さらに、ブレースにデバイス番号を自動的に割り付ける機能の追加によりユーザがデバイス番号を割り付ける手間が軽減される。さらに、ペトリネットをダミーブレースの追加により拡張することによって、ペトリネットによる仕様記述能力がさらに向上し、条件間の関連がペトリネット上で簡単に表現され、シーケンスプログラムの作成がより一層容易となる。また、ペトリネットからラダー図及びリストプログラムに変換する際に、補助リレーの数、ステップ数を大幅に減ずることができる。以上説明したようなペトリネットを用いたシーケンスプログラム作成装置によって作成されたシーケンスプログラムの動作確認は、従来は実機のシーケンサを用いた試運転によって行われていた。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記のような実機のシーケンサを用いた試運転による動作確認方法では、機械の実動に支障がないという保証がないので、機械の保護や安全確保等のために多くの労力を払わなければならないという問題点があった。また、試運転において異常動作が発生すれば、オペレータはその原因に関連すると思われるブレースを画面上のペトリネット上で検索し、それを修正するといった作業が必要であった。しかし例えば、上記特願平 7-117215 号に提案されているシーケンスプログラム作成装置のように、全てをペトリネットで記述するのではなく、上記条件記述ダイアログボックスによる条件設定を併用する場合においては、異常動作原因となるブレースの検索は困難である。例えば、あるブレースの起動条件等に異常原因と関連するブレースが使われているような場合、ペトリネット上では起動条件等はそのままでは見ることができない (条件記述ダイアログボックスを開かなければならない) ため、上記異常原因と関連するブレースを見逃すことなく検索することは非常に困難である。また、プログラムの規模が大きくなるに従って、上記検索作業は更に困難となる。本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、作成したシーケンスプログラムの検証を、実機のシーケンサによる試運転ではなくエミュレートによって行うことができ、作成したシーケンス制御モデルの条件設定をペトリネット以外の手段を用いて行った場合においても、上記エミュレートによる結果から発見された異常動作の原因となるブレースを容易に且つ確実に検索することができるシーケンスプ

ログラム作成装置を提供することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために第1の発明は、状態を記述し、それをアイコンにより画面上で表示するブレース等のネット要素を、その機能に対応して複数種類予め登録しておくネット要素記憶手段と、上記ネット要素記憶手段に登録されたネット要素を用いたベトリネットによってシーケンス制御対象機器のシーケンス制御モデルを作成するモデル作成手段と、上記モデル作成手段により作成されたシーケンス制御モデルに対応するシーケンスプログラムを作成し、表示し、記憶するシーケンスプログラム作成・表示・記憶手段と、シーケンス制御を行うシーケンサの動作をエミュレートすることによって上記シーケンスプログラム作成・表示・記憶手段に記憶されたシーケンスプログラムを実行し、そのエミュレート結果を表示するエミュレート手段とを具備してなることを特徴とするシーケンスプログラム作成装置として構成されている。更に、シーケンス制御対象機器に対する外部機器の入出力関係を設定する外部情報設定手段を具備すると共に、上記エミュレート手段が、操作信号を入力する操作信号入力手段を具備し、該操作信号入力手段からの入力に応じてシーケンスプログラムを実行するように構成することもできる。また、オペレータの異常動作チェックをより容易にするために、上記エミュレート手段によるエミュレート結果を、各デバイスの動作の時刻暦をタイムチャートで表現し、任意の時刻における各デバイスの動作を上記ベトリネット上で表現することもできる。更に、上記タイムチャート上の時刻に対応して、その時刻における各デバイスの動作を上記ベトリネット上に関連付けて表示することもできる。更に、時刻のシフトに対応して、上記タイムチャート上の表示と上記ベトリネット上の表示とが一体的にシフトされるようにすることもできる。また、上記ネット要素記憶手段に登録されたブレースとしては、上記シーケンス制御の対象機器の制御状態を表す状態ブレース、上記シーケンス制御を行うシーケンサのタイマー機能を表す時間ブレース、上記シーケンス制御を行うシーケンサのカウント機能を表すカウンタブレース、上記シーケンサからの出力を表す出力ブレース、上記シーケンサの各種演算機能を表す演算ブレース、上記シーケンサへの入力を表す入力ブレース、他のブレースのオン・オフ情報を参照する参照ブレース、ベトリネットを階層的に記述する階層ブレース等を用いることができる。更に、上記ネット要素記憶手段に登録されたネット要素としては、上記シーケンサのa接点接続を表すa接点接続用アーク、上記シーケンサのb接点接続を表すb接点接続用アーク、上記シーケンサの自己保持回路を表す自己保持解除用アーク等を用いることができる。

【0014】また、上記シーケンスプログラム作成・表示・記憶手段としては、上記シーケンス制御モデルから

上記シーケンスプログラムに変換するブレースを順次検出するブレース検出手段と、上記検出されたブレースに対応する条件をトランジションを介してアークで結合された上流側のブレースにまで適用範囲を拡張することによって上記拡張条件を自動生成する拡張条件生成手段と、上記生成された拡張条件をリスト形式のプログラムに変換するプログラム変換手段と、上記変換されたリスト形式のプログラムに上記検出されたブレースの種類に応じて出力命令を付加することによりリスト形式のシーケンスプログラムを作成するリスト形式シーケンスプログラム作成手段と、上記作成されたリスト形式のシーケンスプログラムをラダー形式のプログラムに変換することによりラダー形式のシーケンスプログラムを作成するラダー形式シーケンスプログラム作成手段と、上記作成されたリスト形式及び/又はラダー形式のシーケンスプログラムを表示する表示手段とを具備するように構成することができる。なお、上記ブレース検出手段を、上記シーケンス制御モデルからシーケンサのデバイス番号を割り付けるべきブレースを順次検出するデバイス番号割り付けブレース抽出手段と、上記抽出されたブレースに上記シーケンサのデバイス番号を所定のルールにより自動的に割り付けるデバイス番号自動割り付け手段とを具備し、上記シーケンス制御モデルから上記シーケンスプログラムに変換するブレースを上記自動的に割り付けられたデバイス番号又は別途指示されたデバイス番号に従い順次検出するように構成することで、デバイス番号の割り付けを自動化することができる。更に、上記ネット要素記憶手段に登録されたブレースとして、上記シーケンス制御モデル中の上流側ブレースと下流側ブレースとの間にのみ介在しえて上記シーケンスプログラムには変換されることのないダミー機能を表すダミーブレースを用いることによって、ベトリネットによる仕様記述能力を更に向上させることができる。

【0015】また、上記目的を達成するために第2の発明は、状態を記述し、それをアイコンにより画面上で表示するブレース等のネット要素を、その機能に対応して複数種類予め登録しておくネット要素記憶手段と、各ブレースの状態成立条件及び設定情報を各ブレースに関連付けて入力する条件・設定情報入力手段と、上記ネット要素記憶手段に登録されたネット要素を用いたベトリネット、及び上記条件・設定情報入力手段を用いてシーケンス制御対象機器のシーケンス制御モデルを作成するモデル作成手段と、上記モデル作成手段により作成されたシーケンス制御モデルに対応するシーケンスプログラムを作成し、表示し、記憶するシーケンスプログラム作成・表示・記憶手段と、シーケンス制御を行うシーケンサの動作をエミュレートすることによって上記シーケンスプログラム作成・表示・記憶手段に記憶されたシーケンスプログラムを実行し、そのエミュレート結果を表示するエミュレート手段と、上記シーケンスプログラム作成

・表示・記憶手段に記憶されたシーケンスプログラムより抽出した原因デバイス-結果デバイス関係情報を用いて、上記エミュレート手段によるエミュレート結果に基づいて発見された異常動作デバイスと関連するブレースを連鎖的に検索し、表示する検索手段とを具備してなることを特徴とするシーケンスプログラム作成装置として構成されている。上記第1の発明が全ての条件をベトリネットを用いて表現するのに対して、この第2の発明は、上記ベトリネット上には表現できない各ブレースの状態成立条件及び設定情報を上記ベトリネット上の各ブレースに関連付けて入力する条件・設定情報入力手段を具備したものであり、それに対応して検索手段を、上記シーケンスプログラム作成・表示・記憶手段に記憶されたシーケンスプログラムより抽出した原因デバイス-結果デバイス関係情報を用いて、上記エミュレート手段によるエミュレート結果に基づいて発見された異常動作デバイスと関連するブレースを連鎖的に検索し、表示するように構成したものである。従って、上記第1の発明におけるその他の構成は、全てこの第2の発明にも適用可能である。更に、上記条件・設定情報入力手段においては、画面上で選択されるブレースに応じて開かれるダイアログボックスの中に論理式で表された各ブレースの状態成立条件、及び設定情報を入力するように構成することができる。更に、上記設定情報としては、ラベル、コメント、デバイス番号、演算指令、当該ブレースへの入出力リスト、タイマーの設定値及びカウンタの設定値等を用いることができる。

【0016】

【作用】第1の発明によれば、まず、状態を記述し、それをアイコンにより画面上で表示するブレース等のネット要素が、その機能に対応して複数種類予めネット要素記憶手段に登録される。次に、上記ネット要素記憶手段に登録されたネット要素を用いたベトリネットによって、シーケンス制御対象機器のシーケンス制御モデルがモデル作成手段により作成される。そして、シーケンスプログラム作成・表示・記憶手段によって、上記モデル作成手段により作成されたシーケンス制御モデルに対応するシーケンスプログラムが作成、表示、記憶される。続いて、エミュレート手段において、シーケンス制御を行うシーケンサの動作をエミュレートすることによって上記シーケンスプログラム作成・表示・記憶手段に記憶されたシーケンスプログラムを実行し、そのエミュレート結果が表示される。これによって、作成したシーケンスプログラムの検証を、実機のシーケンサによる試運転ではなく、エミュレートによって行うことができる。また、第2の発明によれば、まず、状態を記述し、それをアイコンにより画面上で表示するブレース等のネット要素が、その機能に対応して複数種類予めネット要素記憶手段に登録される。次に、上記ネット要素記憶手段に登録されたネット要素を用いたベトリネット、及び各ブ

レースの状態成立条件及び設定情報を各ブレースに関連付けて入力する条件・設定情報入力手段によって、シーケンス制御対象機器のシーケンス制御モデルがモデル作成手段により作成される。そして、シーケンスプログラム作成・表示・記憶手段によって、上記モデル作成手段により作成されたシーケンス制御モデルに対応するシーケンスプログラムが作成、表示、記憶される。続いて、エミュレート手段において、シーケンス制御を行うシーケンサの動作をエミュレートすることによって上記シーケンスプログラム作成・表示・記憶手段に記憶されたシーケンスプログラムを実行し、そのエミュレート結果が表示される。そして、検索手段によって、上記シーケンスプログラム作成・表示・記憶手段に記憶されたシーケンスプログラムより抽出した原因デバイス-結果デバイス関係情報を用いて、上記エミュレート手段によるエミュレート結果に基づいて発見された異常動作デバイスと関連するブレースが連鎖的に検索され、表示される。従って、シーケンス制御モデルを全てベトリネットで記述するのではなく、上記条件記述ダイアログボックスによる条件設定を併用することによって、例えば、あるブレースの起動条件等に異常原因と関連するブレースが使われており、ベトリネット図上でそのままでは見ることができない条件があるような場合でも、上記エミュレートによる結果から発見された異常動作の原因となるブレースを容易に且つ確実に検索することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】及び

【実施例】以下添付図面を参照して、本発明の実施の形態及び実施例につき説明し、本発明の理解に供する。尚、以下の実施の形態及び実施例は本発明を具体化した一例であって、本発明の技術的範囲を限定する性格のものではない。ここに、図1は本発明の実施の形態に係るシーケンスプログラム作成装置の概略構成を示すブロック図、図2は本発明の実施の形態に係るシーケンスプログラム作成装置の処理フローを示す図、図3は操作信号入力手段の入力ダイアログの例図、図4は外部情報設定手段の入力ダイアログの例図、図5はベトリネットによるエミュレート結果の表示例、図6はタイムチャートによるエミュレート結果の表示例、図7は原因デバイスと結果デバイスの分類を示すラダー図、図8は検索手段の検索ダイアログの例図、図9は検索手段による検索結果を示す例図、図10は検索手段による検索結果を示す例図である。本実施の形態に係るシーケンスプログラム作成装置において、ベトリネットを用いてモデルやその条件等を入力し、それをシーケンスプログラムに変換するまでのシーケンスプログラム作成部については、上記従来の技術で説明した特願平7-117215号における上記シーケンスプログラム作成装置51と同様である。従って、ここではその部分の説明は省略し、作成したシーケンスプログラムを検証するシーケンスプログラム検

証部についての説明を行う。ただし、上記シーケンスプログラム作成装置51と関連する部分については、適宜上記従来の技術で用いた図面等を用いて説明を行う。なお、以下の説明において、「ブレース」及び「デバイス」という表現を多数用いることとなるが、上記シーケンスプログラム作成部で用いているベトリネットでは、「デバイス」と対応関係にない「ブレース」も存在する（例えばダミーブレース等）。しかし「デバイス」側から見ると、全ての「デバイス」は何れかの「ブレース」と対応関係がある。従って、本実施の形態におけるベトリネット上では「デバイス」という単語は「ブレース」に置き換えることが可能である。図1に示すように、本実施の形態に係るシーケンスプログラム作成装置は、シーケンスプログラム作成部a（上記シーケンスプログラム作成装置51にあたる）とシーケンスプログラム検証部bとで構成されている。上記シーケンスプログラム検証部bは、上記シーケンスプログラム作成部aで作成されたシーケンスプログラムをエミュレートによって実行し、その結果から異常発生原因と関連するブレースの検索を行う。

【0018】次に、上記シーケンスプログラム検証部bを構成する各部の役割とその動作について説明する。シーケンスプログラム記憶手段1では、上記シーケンスプログラム作成部aで作成されたシーケンスプログラムが記憶される。エミュレート手段2では、実機のシーケンサの処理動作をエミュレートすることによって、上記シーケンスプログラム記憶手段1で記憶されたシーケンスプログラムを仮想実行する。このとき、実機を運転する際にオペレータによって行われるボタン操作等は、それに代わる操作信号入力手段3によってキーボードやマウスを用いて入力され、上記ボタン操作等を模倣した信号が上記エミュレート手段2に送られる。上記操作信号入力手段3によって操作信号の入力を行う際に使用するダイアログの一例を図3に示す。上記エミュレート手段2によるエミュレート処理時に、図のようなダイアログ中のON/OFFボタンを設定（入力）し、それをエミュレート処理に反映させる。また、シーケンス制御対象機器に対する外部機器の入出力関係の設定は、外部情報設定手段4によって行う。上記外部情報設定手段4によって外部機器の入出力関係の設定を行う際に使用するダイアログの一例を図4に示す。この外部機器の入出力関係とは、作成したシーケンスプログラムによって制御する制御対象機器とその外部機器（上記制御対象機器から見た制御対象）との入出力関係である。例えば、図4のダイアログに設定されているのは、「非常処理M3777をONにしたあと、30秒後に非常処理終了M3778をONにする」という設定（プログラム）である。この場合、上記非常処理M3777と非常処理終了M3778が外部機器と繋がれている。また、上記操作信号入力手段3によって入力する操作信号を、上記外部機器の入

出力関係の設定と同様、上記外部情報設定手段4で予め設定しておくことも可能である。こうすることによってエミュレート処理中のオペレータの操作信号入力作業が不要となり、エミュレート処理を完全に自動化することができる。

【0019】上記のようにしてエミュレート手段2によってエミュレート結果が得られる。ここで得られるエミュレート結果とは、制御対象機器を構成する各デバイスの動作状態（ON/OFF状態）を示す時系列データを蓄積したものである。上記エミュレート結果は、エミュレート結果記憶手段5に記憶される。上記エミュレート結果記憶手段5に記憶されたエミュレート結果は、結果表示手段7によって表示され、そのエミュレート結果と希望する動作仕様とを比較することによってオペレータが異常動作の調査を行う。上記結果表示手段7におけるエミュレート結果の表示例を、図5及び図6に示す。各デバイスの動作状態（ON/OFF状態）の時刻暦が図6に示すようなタイムチャートで表現され、上記タイムチャート上の任意の時刻における各デバイスの動作状態が図5に示すようなベトリネット上で表現される。図6に示すタイムチャートと図5に示すベトリネット表示とは、上記のように関連付けて表示され、上記タイムチャート上の指定時刻をシフトすることにより上記ベトリネット表示もそれにしたがってシフトする。上記ベトリネット上では、例えばON状態のデバイスに対応するブレースを赤色、OFF状態のデバイスに対応するブレースを青色というように、各ブレースを色分けすることによって分かりやすく表示することができる。上記エミュレート結果を調査して異常動作を発見すると、オペレータはその異常動作の原因と関連があると思われるデバイス（対象デバイス）のデバイス番号を検索手段6に入力する。検索手段6では、入力された対象デバイス番号に対応するブレースが画面の中央に位置するようにベトリネット図を表示する。ここで、上記シーケンスプログラム作成部aにおいて入力されたシーケンス制御モデルが、条件を含めて全てベトリネット上で記述されていた場合（つまり条件設定ダイアログボックスによる条件設定を併用していない場合）には、オペレータは上記画面表示されたベトリネット図によって上記対象デバイスと関連するブレースを容易に探索していくことが可能である。従って、上記のような検索手段6を繰り返し用いて異常動作の原因となるブレースを連鎖的に検索することができる。

【0020】しかし、上記シーケンスプログラム作成部aにおいて入力されたシーケンス制御モデルが全てベトリネット上で記述されているのではなく、上記条件設定ダイアログボックスによる条件設定が併用されている場合には、上記のような検索方法では関連ブレースの見逃しが発生する可能性がある。例えば、あるブレースの起動条件等に異常原因と関連するブレースが設定されている

ような場合、ベトリネット図上では起動条件等はそのままでは見ることができない（条件記述ダイアログボックスを開かなければならない）からである。そこで、上記検索手段6による検索の際に、シーケンスプログラムから抽出した原因デバイス-結果デバイス関係の情報をを用いることにより、どのような場合にも漏れなく検索することが可能となる。ここでいう「原因デバイス」とは、出力命令や演算命令を行う際の条件を表現するデバイスのことであり、「結果デバイス」とは、出力命令や演算命令に関連したデバイスのことである。つまり、図7に示すラダー形式のシーケンスプログラムにおいて、実線で囲まれた左側に位置するデバイスが原因デバイス、破線で囲まれた右側に位置するデバイスが結果デバイスを示している。上記原因デバイス-結果デバイス関係は、このようなシーケンスプログラムから抽出されるため、関連のあるデバイスは全て漏れなく抽出される。図8に原因デバイス-結果デバイス関係の情報をを用いた検索手段6の検索ダイアログの一例を示す。オペレータが、異常動作の原因と関連があると思われるデバイス（対象デバイス）のデバイス番号を検索ダイアログの対象デバイスの欄に入力すると、対象デバイスに関連するデバイスが上記原因デバイス-結果デバイス関係の情報をを用いて拾いだされ、原因デバイスと結果デバイスに分けて表示される。その時、ベトリネット画面では、上記対象デバイスに対応するブレースが画面の中央に位置するようにベトリネット図を表示する。オペレータが、検索ダイアログ内に表示された原因デバイスと結果デバイスの中から異常原因と関連のありそうなデバイスを選択し「移動ボタン」をクリックすると、ベトリネット画面では、上記選択されたデバイスに対応するブレースが画面の中央に位置するようにベトリネット図の表示が移動する。

【0021】次に、図9及び図10を用いて、図8に示す検索ダイアログを用いた検索結果について説明する。ここで、図8中の原因デバイス「B0020」と対象デバイス「M0020」との関係はベトリネット上で表現されており、また、原因デバイス「M2345」は対象デバイス「M0020」の条件記述ダイアログボックス内に、起動条件として設定されているものとする。図9は、図8中の原因デバイス「B0020」を選択した際のベトリネット画面の表示を、図10は、図8中の原因デバイス「M2345」を選択した際のベトリネット画面の表示をそれぞれ示している。図9の場合には、対象デバイスである「::右移動_M0020」と選択された「右移動BT_B0020」との関係はベトリネット上で明確に示されているため、オペレータは上記原因デバイス-結果デバイス関係の情報による検索方法を用いなくてもベトリネット上だけで検索することが可能である。一方、図10の場合には、前記したように、選択された原因デバイス「右移動許可_M2345」は対象デバイス「::右移動_M0020」の起動条件等に設定

されている（条件記述ダイアログボックス内に記述されている）ため、両者の関係は図10のベトリネット画面上では示されていない。このような場合には、上記原因デバイス-結果デバイス関係の情報による検索方法を用いなければ、オペレータが対象デバイスと関連するデバイスを全て確実に検索することは困難である。なお、上記検索手段6による検索結果のベトリネット画面上での表示の際にも、選択されたブレースを色分けする等によって、より分かりやすく表示することができる。

【0022】次に、図2を用いて、本実施の形態に係るシーケンスプログラム作成装置の処理フローを順を追って簡単に説明する。但し、シーケンスプログラム作成部aの処理フローについては、上記従来の技術の図17と同様のため簡略化して説明する。まず、シーケンスプログラム作成部a（シーケンスプログラム作成装置51）で、ベトリネットを用いてシーケンス制御モデルを入力し（S1）、該シーケンス制御モデルに対応するシーケンスプログラムに変換する（S2）。なお、上記外部情報設定手段4を用いた外部機器の入出力関係の設定は、通常上記S1のモデル入力処理の際に同時に行われる。上記変換されたシーケンスプログラムは、シーケンスプログラム記憶手段1に記憶される。上記シーケンスプログラム記憶手段1に記憶されたシーケンスプログラム及び上記外部情報設定手段4によって設定された外部機器の入出力関係を用いて、エミュレート手段2によってエミュレート処理が行われる（S3）。上記S3のエミュレート処理時には、必要に応じて操作信号入力手段3を用いて操作信号が入力される（S4）。上記エミュレート処理によって得られたエミュレート結果は、結果表示手段7に表示され（S5）、オペレータによって異常動作のチェックが行われる。上記異常動作チェックによって異常動作が発見された場合は、検索手段6によって異常動作ブレースを検索する（S6）。この時、結果ブレースから原因ブレースへ連鎖的に検索することができる。上記S6において異常動作の原因が発見できれば、上記S1で入力したシーケンス制御モデルを修正し、再度上記S2以降の処理を行う。以上の処理を繰り返すことによって異常動作のないシーケンスプログラムを作成することができる。以上説明したように、本実施の形態に係るシーケンスプログラム作成装置は、シーケンス制御を行うシーケンサの動作をエミュレートすることによってシーケンスプログラムを実行するエミュレート手段を用いて上記シーケンスプログラムの動作確認を行うため、実機のシーケンサの試運転による動作確認方法のように、機械の保護や安全確保等のために多くの労力を払う必要はない。また、検索手段においては、シーケンスプログラムより抽出した原因デバイス-結果デバイス関係情報を用いて、エミュレート結果に基づいて発見された異常動作デバイスと関連するブレースを連鎖的に検索することができるため、全てをベトリネットで記述する

のではなく、上記条件記述ダイアログボックスによる条件設定を併用した場合においても、上記エミュレートによる結果から発見された異常動作の原因となるプレースを見逃すことなく確実に且つ容易に検索することが可能である。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るシーケンスプログラム作成装置によって、作成したシーケンスプログラムの検証を、実機のシーケンサによる試運転ではなくエミュレートによって行うことができ、作成したシーケンス制御モデルの条件設定をベトリネット以外の手段を用いて行った場合においても、上記エミュレートによる結果から発見された異常動作の原因となるプレースを容易に且つ確実に検索することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態に係るシーケンスプログラム作成装置の概略構成を示すブロック図。

【図2】 本発明の実施の形態に係るシーケンスプログラム作成装置の処理フローを示す図。

【図3】 操作信号入力手段の入力ダイアログの例図。

【図4】 外部情報設定手段の入力ダイアログの例図。

【図5】 ベトリネットによるエミュレート結果の表示例。

【図6】 タイムチャートによるエミュレート結果の表示例。

【図7】 原因デバイスと結果デバイスの分類を示すラダー図。

【図8】 検索手段の検索ダイアログの例図。

【図9】 検索手段による検索結果を示す例図。

【図10】 検索手段による検索結果を示す例図。

【図11】 従来のシーケンスプログラム作成装置51の概略構成を示すブロック図。

【図12】 シーケンスプログラム作成装置51の画面例を示す図。

【図13】 参照プレースの機能説明図。

【図14】 階層プレースの機能説明図。

【図15】 各種アークの機能説明図。

【図16】 装置51の条件記述ダイアログの概念図。

【図17】 装置51の処理フローを示す図。

【図18】 装置51による拡張条件生成の様子を示す説明図。

【図19】 ダミープレースの機能説明図。

【図20】 ダミープレースを含むシーケンス制御モデルの例図。

【図21】 シーケンス制御機構の例図。

【図22】 上記シーケンス制御機構に対応するシーケンス制御モデルと条件の例図。

【図23】 上記シーケンス制御機構に対応するシーケンス制御モデルと条件の例図。

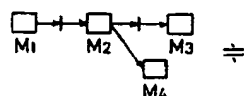
【図24】 リスト形式シーケンスプログラムの例図。

【図25】 ラダー形式シーケンスプログラムの例図。

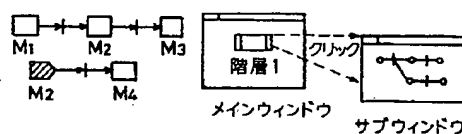
【符号の説明】

- a…シーケンスプログラム作成部
- b…シーケンスプログラム検証部
- 1…シーケンスプログラム記憶手段
- 2…エミュレート手段
- 3…操作信号入力手段
- 4…外部情報設定手段
- 5…エミュレート結果記憶手段
- 6…検索手段
- 7…結果表示手段
- 51…シーケンスプログラム作成装置
- 52…モデル記憶手段
- 53…条件記憶手段
- 54…シーケンスプログラム表示手段
- 55…デバイス番号割り付けプレース抽出手段
- 56…デバイス番号自動割り付け手段
- 57…プレース検出手段
- 58…拡張条件生成手段
- 59…プログラム変換手段
- 60…リスト形式シーケンスプログラム作成手段
- 61…ラダー形式シーケンスプログラム作成手段
- 62…表示手段

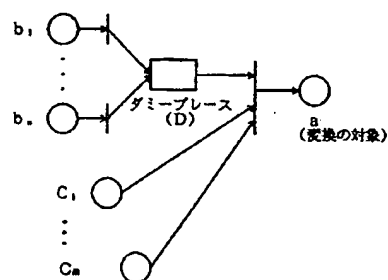
【図13】



【図14】



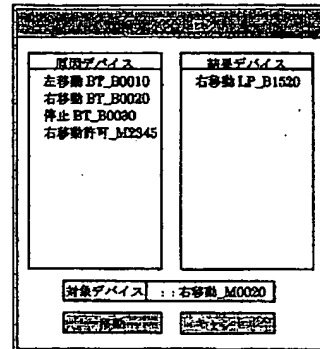
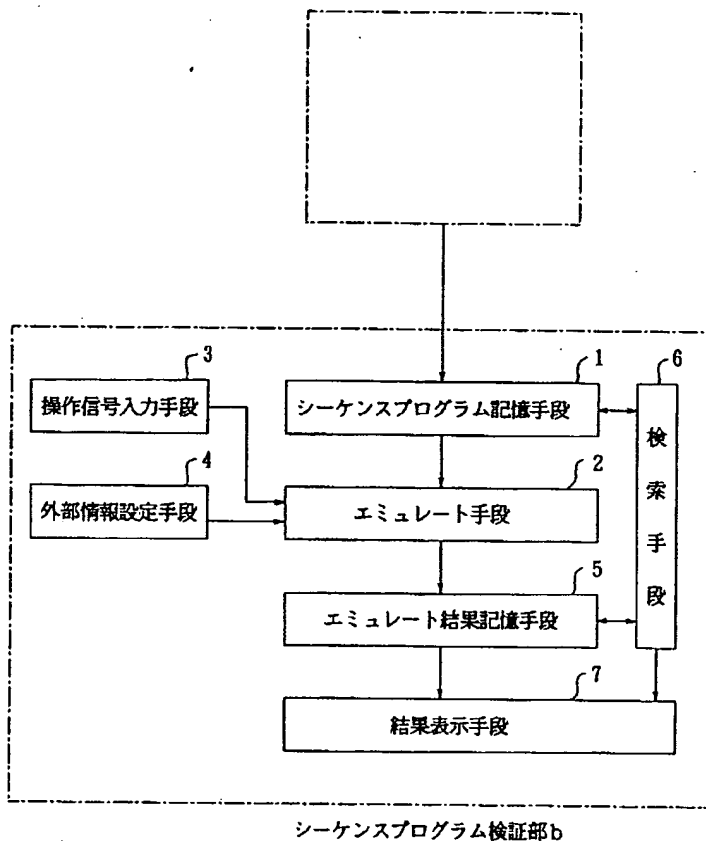
【図20】



【図1】

【図8】

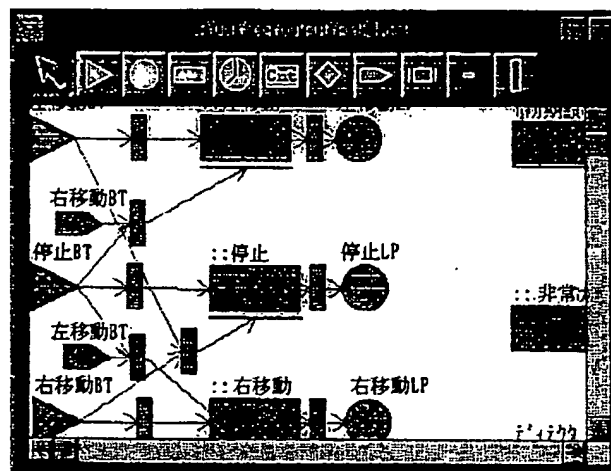
シーケンスプログラム作成部 a
(シーケンスプログラム作成装置51)



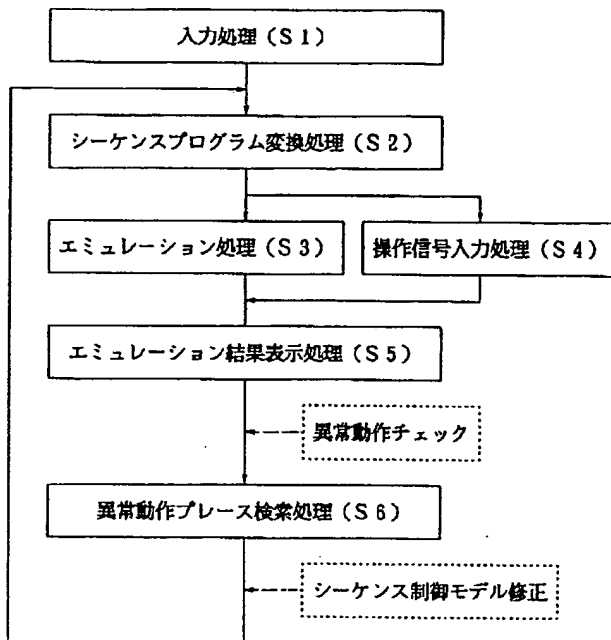
【図3】

【図5】

ラベル	ON	OFF
pat81:左移動BT	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
pat81:右移動BT	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
pat81:停止BT	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
::左接続BT	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
::右接続BT	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
pat81:デバッグ	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
pat81:緊急停止	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>



【図 2】

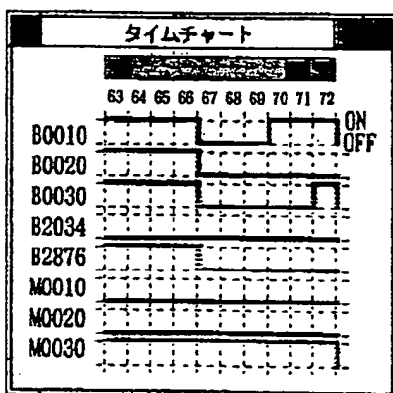


【図 4】

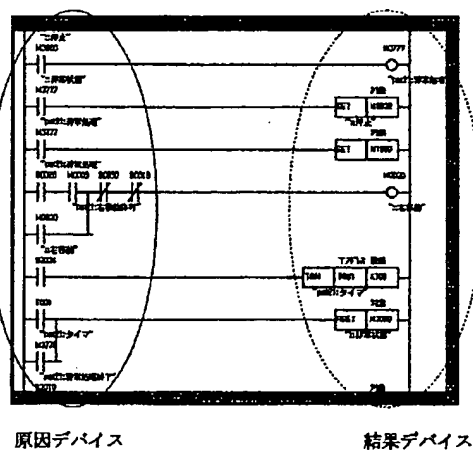
Simulation Control Interface Screenshot:

- 対象: M9778 (Target)
- 動作: 遅延時間 (ms) 30000 (Action)
- 設定値 ON (Set Value)
- 条件: 非常処理 M9777 (Condition)
- Buttons: OK, Cancel

【図 6】

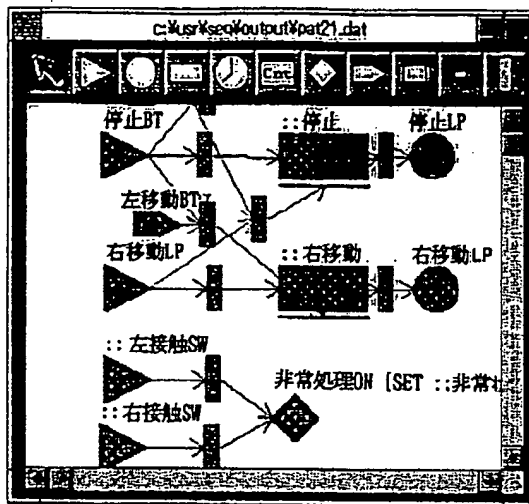


【図 7】

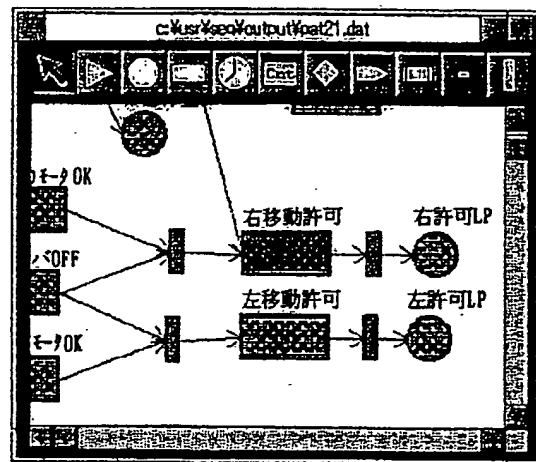


BEST AVAILABLE COPY

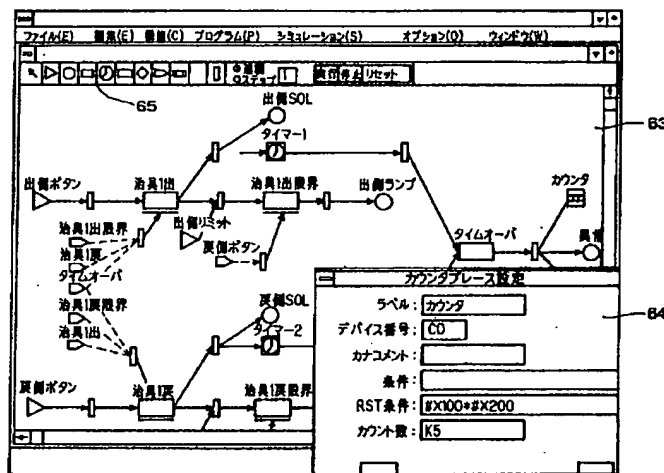
【図9】



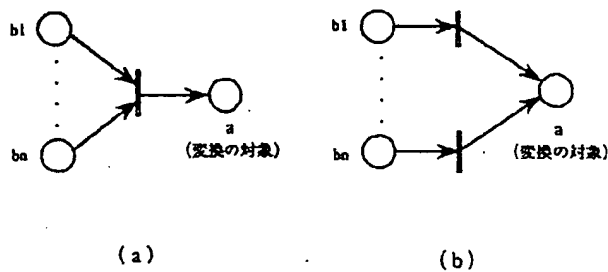
【図10】



【図12】

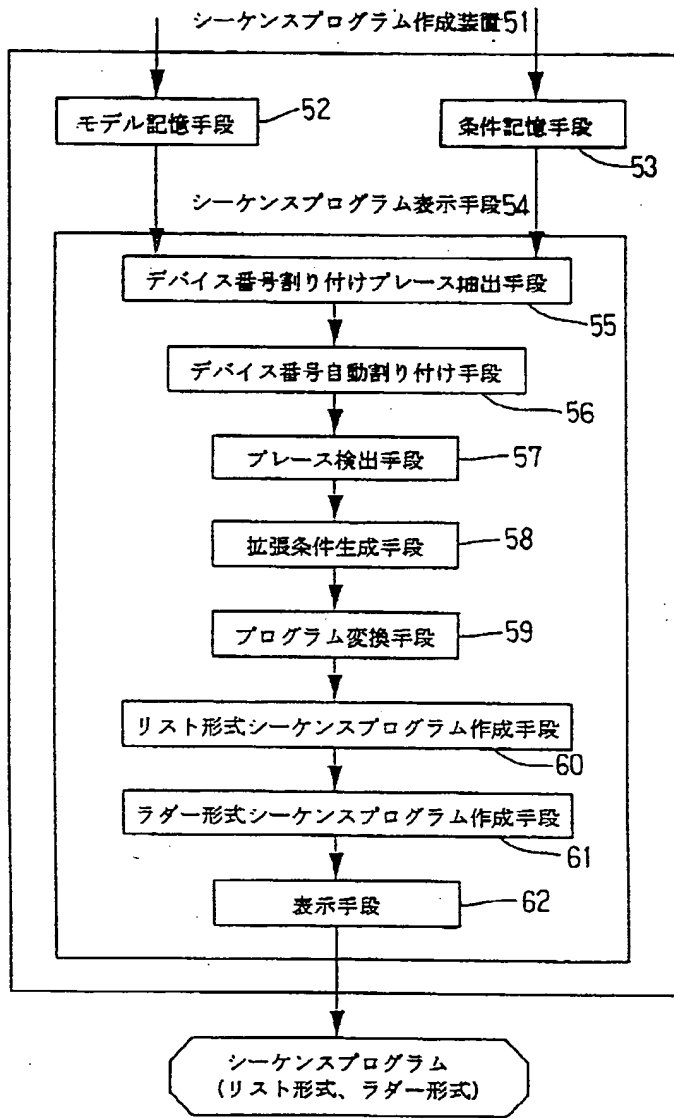


【図18】



BEST AVAILABLE COPY

【図11】



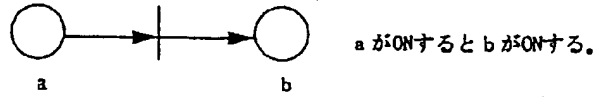
【図24】

```

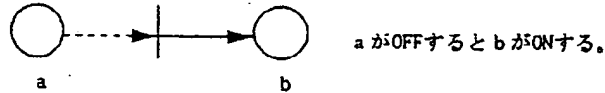
LD    X1
OR    M0
ANI   X3
ANI   M10
ANI   M20
OUT   M0
LD    M0
ANI   X3
OUT   T1    K5
LD    M0
AND   X3
OUT   M1
LD    X2
OR    M10
ANI   X4
ANI   M0
ANI   M20
OUT   M10
LD    M10
ANI   X4
OUT   T2    K5
LD    M10
AND   X4
OUT   M11
LD    T1
OR    T2
OUT   M20
LD    M20
OUT   C1    K5
LD    M20
MOV   K0    D100
LD    M0
OUT   Y1
LD    M10
OUT   Y2
LD    M20
OUT   Y3
LD    M1
OUT   Y4
LD    M11
OUT   Y5
END
  
```

【図15】

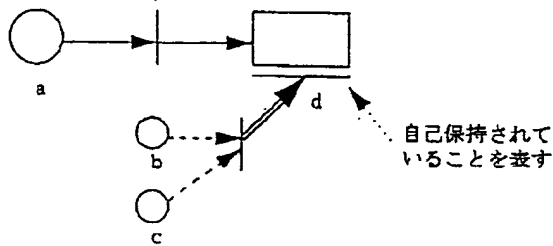
(1) a 接点接続用アーク



(2) b 接点接続用アーク



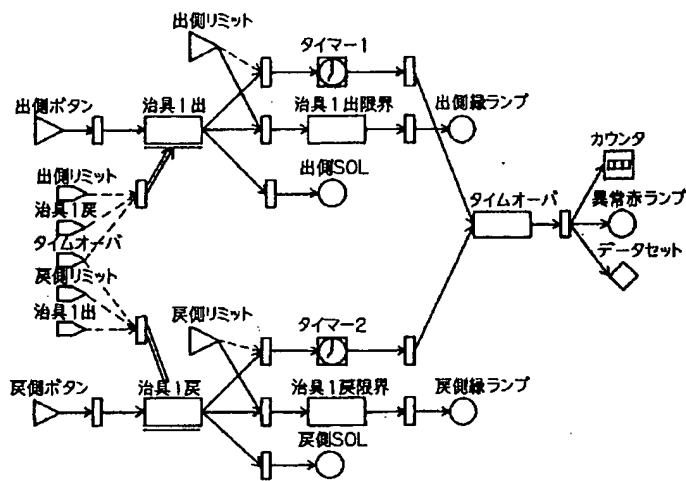
(3) 自己保持解除用アーク



a 接点接続用アーク
 b 接点接続用アーク
 自己保持解除用アーク

a がONすると (b, cはOFF) d がONして自己保持状態になる。
 その後、b または c がONすると自己保持は解除される。

【図23】



【図16】

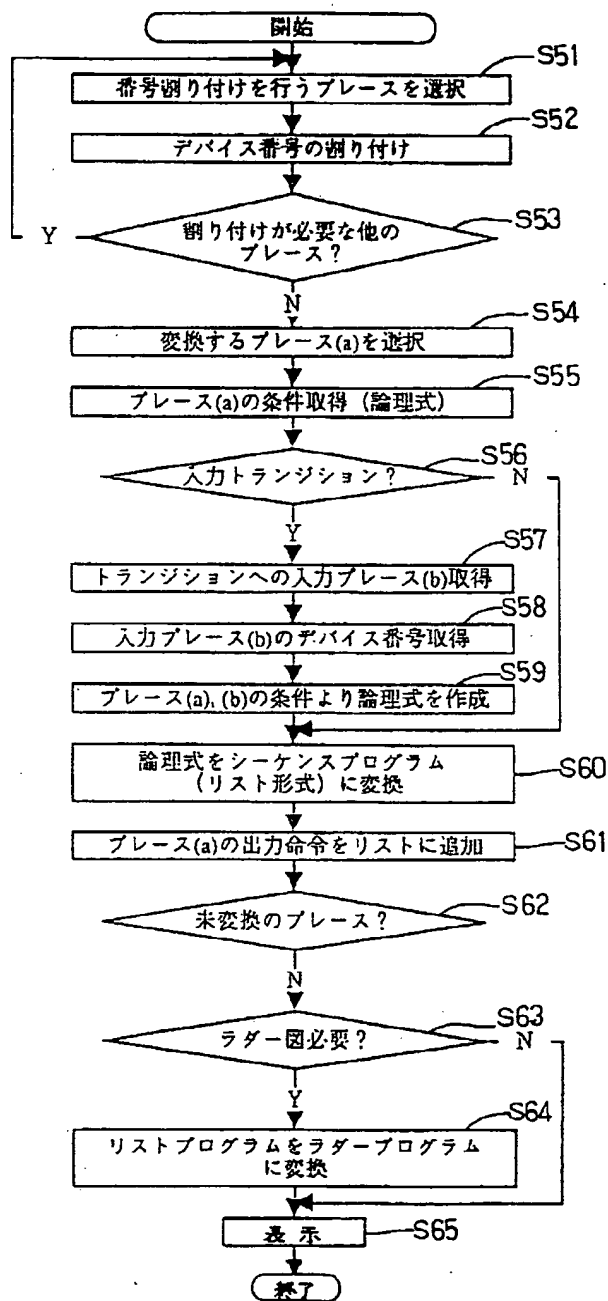
入力ブレース用	状態、出力ブレース用
ラベル <input type="text"/>	ラベル <input type="text"/>
デバイス番号 <input type="text"/>	デバイス番号 <input type="text"/>
カナコメント <input type="text"/>	カナコメント <input type="text"/>
	条件 <input type="text"/>

カウンタブレース用	時間ブレース用
ラベル <input type="text"/>	ラベル <input type="text"/>
デバイス番号 <input type="text"/>	デバイス番号 <input type="text"/>
カナコメント <input type="text"/>	カナコメント <input type="text"/>
条件 <input type="text"/>	条件 <input type="text"/>
RST条件 <input type="text"/>	タイム値 <input type="text"/>
カウント値 <input type="text"/>	

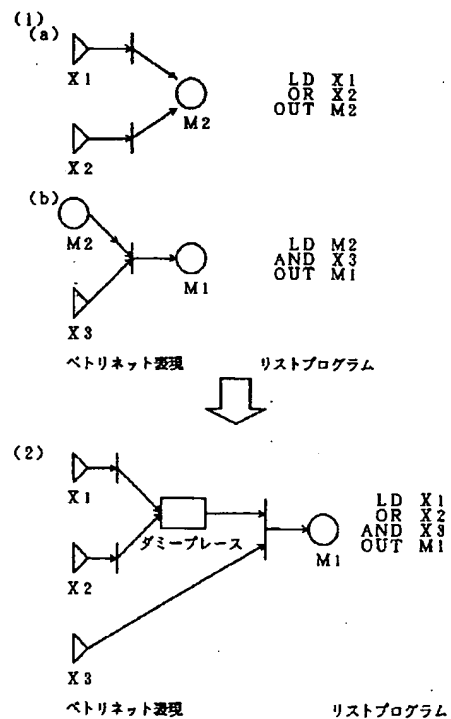
演算ブレース用	階層ブレース用
ラベル <input type="text"/>	ラベル <input type="text"/>
カナコメント <input type="text"/>	カナコメント <input type="text"/>
条件 <input type="text"/>	入力リスト <input type="text"/>
演算種類 <input type="text"/>	出力リスト <input type="text"/>

参照ブレース用
参照ラベル <input type="text"/>

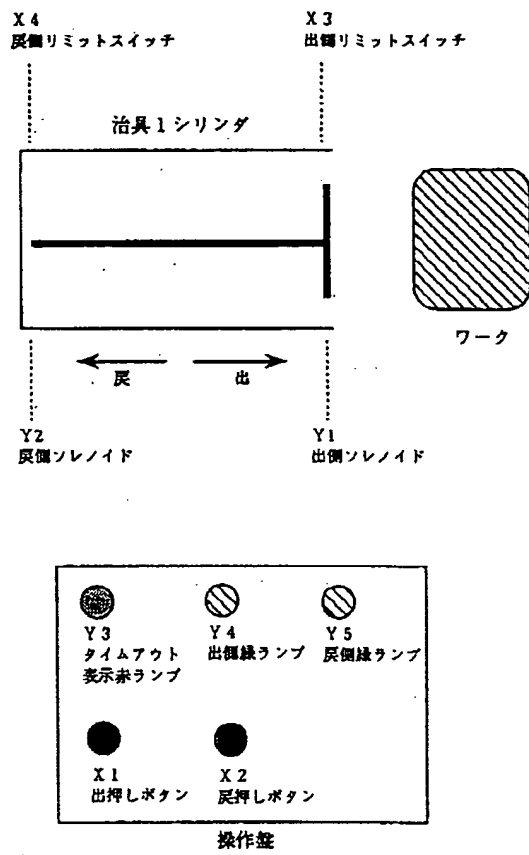
【図17】



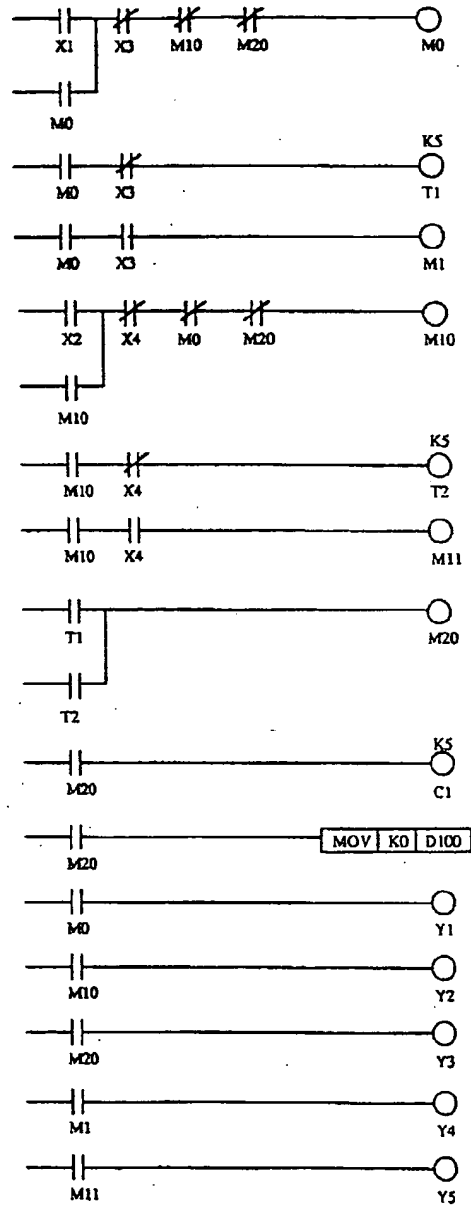
【図19】



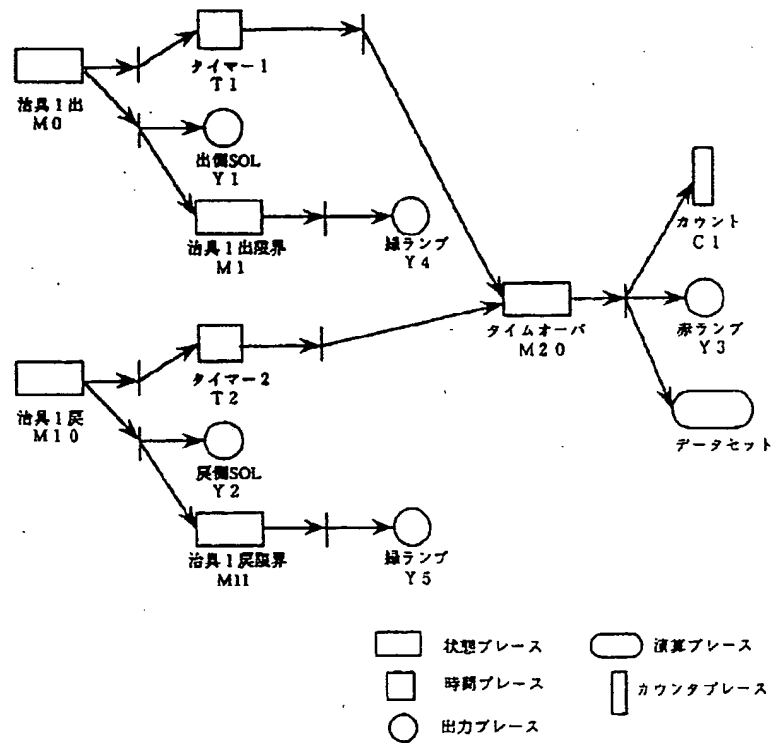
【図 2 1】



【図 2 5】



【図22】



ブレース	条件
M0	条件 : X1 OFF条件 : /X3*/M10*/M20 自己保持 : 有り
M10	条件 : X2 OFF条件 : /X4*/M0*/M20 自己保持 : 有り
M1	条件 : X3
M11	条件 : X4
T1	条件 : /X3 タイム : K5
T2	条件 : /X4 タイム : K5
C1	カウント値 : K5
データセット	演算命令 : MOV K0 D100

* AND
/ 否定 (b接点)